

05/12/08



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車載の内燃機関により駆動される車両用発電機の出力電圧を、回転子の励磁電流を制御することによって制御する車両用発電機の制御装置において、前記内燃機関の回転変動によって生じる前記回転子の慣性トルクの変化を低減するように発電トルクを発生させるべく前記回転子に流す励磁電流を制御する慣性トルク低減制御を行うことを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項2】 請求項1において、前記回転子の界磁巻線を磁化させる界磁巻線に供給する前記励磁電流の断続を行うスイッチング素子と、前記内燃機関の回転数が第1の回転基準値以下であるか否かを判定する回転数判定手段と、前記回転数判定手段によって、前記内燃機関の回転数が前記第1の回転基準値以下であると判定されたときに、前記慣性トルク低減制御を行う第1の制御手段と、前記回転数判定手段によって、前記内燃機関の回転数が前記第1の回転基準値よりも大きいと判定されたときに、前記車両用発電機の出力電圧に基づいて前記スイッチング素子を断続する出力電圧制御を行う第2の制御手段と、を備えることを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項3】 請求項2において、前記第1の制御手段は、前記内燃機関の回転数がこの回転数の変動範囲に応じて設定される第2の回転基準値を超えたときに、前記スイッチング素子を閉成して、前記車両用発電機の定格出力電圧よりも高い電圧を発生する高電圧電源から前記励磁電流を供給し、前記内燃機関の回転数が前記第2の回転基準値以下となったときに、前記スイッチング素子を閉成して前記励磁電流の供給を停止するとともに、前記界磁巻線に流れている励磁電流を環流回路を通じて減衰させることを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項4】 請求項3において、前記環流回路は、前記界磁巻線の電気抵抗値の10倍以上の抵抗値を有する抵抗体を用いることを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項5】 請求項3において、前記環流回路は、順方向オン電圧が前記車両用発電機の定格出力電圧以上である整流素子を用いることを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項6】 請求項2において、前記車両用発電機の界磁巻線が数msecの時間定数を持つ、

前記第1の制御手段は、前記内燃機関の回転数の減速期間に前記車両用発電機の定格出力電圧相当の通常電圧電源から前記励磁電流を供給し、前記内燃機関の回転数の加速期間に前記スイッチング素子を閉成して前記励磁電流の供給を停止するとともに、前記界磁巻線に流れてい

る励磁電流を環流回路を通じて減衰させることを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項7】 請求項6において、前記内燃機関の回転数の変化率を求める回転変化率検出手段を備え、

前記第1の制御手段は、前記減速期間において、前記回転変化率検出手段によって検出された前記変化率に応じて、前記スイッチング手段を断続するデューティ比を変化させることを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項8】 請求項1～7のいずれかにおいて、伝導ベルトを介して前記内燃機関にて駆動される前記車両用発電機に対して前記慣性トルク低減制御を行うことを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項9】 請求項8において、前記車両用発電機の駆動系統は、前記伝導ベルトの張力をほぼ一定に保つテンション機構を備えるサーペンタイン構成であることを特徴とする車両用発電機の制御装置。

【請求項10】 請求項1～9のいずれかにおいて、前記車両用発電機の発電周波数に基づいた電圧量を用いて、前記内燃機関の回転数を検出する回転数検出回路をさらに備えることを特徴とする車両用発電機の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、乗用車やトラック等に搭載される車両用発電機の発電状態を制御する車両用発電機の制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現代の自動車は高度に電子制御化され、多くの機能が機械式から電気式に置き換えられてきている。このような状況の下で、車両の電力需要は増す一方であり、電力供給源である車両用発電機も大型化し、これに伴い車両用発電機の内部で界磁を形成する回転子も体積が大きくなり、慣性モーメントが増加してきた。

【0003】また、車室容積の確保のためのエンジンルームの狭小化に対応し、エンジンルーム内のスペースを有効利用する観点から車両用発電機を含む補機類を1本の伝導ベルトのみで駆動するサーペンタイン駆動方式の採用が進んでいる。このようなサーペンタイン駆動方式の伝達系には、ベルト張力の変動を吸収し、常に一定張力に保つ機構、すなわちオートテンショナが採用されている。このオートテンショナの採用によりベルト張力の経時低下を考慮する必要がなくなるので、ベルト張力は低めに設定されるようになってきた。

【0004】一方、排出ガスの低減や、燃料消費量低減といった地球環境保護の一環として、車両走行に寄与せずしかも出現頻度の最も高い車両のアイドル状態の回転数（以下、「アイドル回転数」と称する）は、ますます低く設定される傾向にある。また、ディーゼルエンジン

の排出ガス浄化のために、燃焼室内の圧力を従来よりも大幅に上昇させるコンプレッサーシステムの採用も増えてきている。

【0005】以上の複合的な要因が絡み合って、アイドル回転数において内燃機関の爆発工程に同期した回転変動が発生しやすくなってきている。このとき、問題となるのが回転変動に起因する各補機類の慣性トルク変化によるベルト張力変動の増加である。特に、車両用発電機は、上述したように慣性モーメントが増加する傾向にあり、しかもプーリ比が他の補機に比べて高いので、慣性トルク変化によるベルト張力変動の増加への影響が大きい。一方、近年のベルトレイアウトの特徴は、各補機の容量増加に伴ってその駆動トルクが上昇する傾向にあるので、十分な駆動トルクを伝達するために各プーリのベルト接触角を大きくとる必要があるとともに、エンジンルーム内にこれらの補機類のプーリをコンパクトに配置して、サーベントインベルトで駆動しなければならぬ。よって、このようなレイアウトではベルト張力変動が大きくなると、オートテンショナの揺動量が大きくなり、サーベントインベルトで駆動される他の補機とオートテンショナが接触したり、オートテンショナやベルトそのものの寿命が短くなるという問題がでてきた。特にディーゼルエンジンにおいては、前述の通り、燃焼室の圧力変化がより大きくなる傾向であるので、この問題はより顕著である。

【0006】このような状況に鑑み、特公平7-72585号公報や米国特許第4725259号に開示されているように、車両用発電機の駆動プーリに、一方方向のみ回転駆動力を伝達する1方向クラッチを採用する車両が現れてきている。この1方向クラッチ付きプーリを採用した車両用発電機の点につき簡単に説明する。

【0007】アイドル回転数が変動している状態において内燃機関の回転数が下降しているときに、クラッチが付いていないプーリを採用した場合には内燃機関の回転数に付随して車両用発電機の回転数も下がってゆく。このとき、車両用発電機の回転子の慣性モーメントにより回転数を維持しようとする作用（発動機的作用）をするため、回転張り側のベルト張力は急激に減少（緩み）し、回転緩み側のベルト張力は急激に上昇（引っ張り）する張力変動が発生し、オートテンショナが揺動しながら張力を維持しようとする。

【0008】この車両用発電機に1方向クラッチ付きプーリを採用すると、回転数の下降時に（車両用発電機が発動機的作用をしている期間）、車両用発電機の回転子の慣性モーメントによって回転子回転数がプーリ回転数より高い期間よりクラッチが切れ、プーリが内燃機関と同期してスムーズに回転下降してゆく。また、回転上昇時にはプーリが回転子の回転数に等しい回転数に上昇するまでクラッチが切れた状態を維持する。これにより、内燃機関の回転数が下降しているときに、車両用発電機の

回転子の慣性モーメントに起因する慣性トルクがプーリに伝達されなくなるので、張り側のベルト張力の急激な減少、および緩み側のベルト張力の急激な上昇が抑えられ、ベルト張力の変動を抑制できるという効果が得られる。

【0009】なお、特開平6-207525号公報には、回転子シャフトに固定されたスリーブの外径よりも大きい内径を持つコイルばねが、プーリとスリーブの間に配置され、コイルばねの一端がスリーブに固定され、コイルばねの他端がプーリに固定されている両方向クラッチ付きプーリが開示されている。これにより、回転数の下降時だけでなく、回転数の上昇時にも、急激なベルト張力変動をコイルばねの弾性により低減することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、特公平7-72585号公報に示された1方向クラッチは、スプラグやローラがかみ合うことでプーリと回転子との間のトルク伝達と追跡を行う複雑な構造を有しており、クラッチ断続時に各構成部品に相当量の応力が繰り返り作用する。したがって、車両用発電機の過酷な使用条件（使用回転数範囲、回転加減速度、温度係）に耐える1方向クラッチを設計する場合、小型化と耐久寿命とがトレードオフの関係にあるのが現状である。すなわち、プーリ比を高めて内燃機関の低速回転領域の車両用発電機出力を向上させようとする、プーリ的小型化により、内蔵されるクラッチ部を小型化しなければならず、疲労寿命低下や封入グリス量低下などによる耐久性低下が問題となる。クラッチ部の部品の精度確保や組み付けのために、通常のプーリに比べて、コスト上昇も著しい。

【0011】また、特開平6-207525号公報に示された両方向クラッチプーリは、回転方向の繰り返し荷重がコイルばねに作用するので、コイルばね、および両端固定部の耐久性が問題となる。これに対し、コイルばねの剛性を上げるなどにより耐久性を確保しようとする、コイルばねや両端固定部の大型化が必要となるので、結果として両方向クラッチプーリの寸法が大きくなる。これは、上述したエンジンルームの狭小化により車両両側の傾向に対して、搭載のための小型化に反する。さらに、車両の電力需要の増加に対応した高出力化のために、車両用発電機のプーリ径を小さく設定して高速回転化することも困難となる。さらに、近年、クラッチシューをコイルばねとプーリ間に配置し、コイルばねへの荷重を低減しつつ、1方向のクラッチ特性をより向上させたものもあるが、内燃機関の回転の減速時にクラッチシューの滑りによって回転子の慣性トルクの伝達を断つので、クラッチシューの滑りによる摩耗粉がうまく排出されないとい目まじり起こし、十分なクラッチ効果が早期に得られなくなったり、摩耗の進行によりクラッチ効果が無くなるという耐久性の問題がある。また、サイズの

大型化の問題は、依然として存在する。

【0012】本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、内燃機関の回転変動に伴う慣性トルク変化による伝動ベルト張力の変動の低減を、耐久性および小型化を維持するとともにコスト上昇を伴うことなく実現することができる車両用発電機の制御装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明の車両用発電機の制御装置は、車載の内燃機関により駆動される車両用発電機の出力電圧を回転子の励磁電流を制御することによって制御するとともに、内燃機関の回転変動によって生じる回転子の慣性トルクの変化を低減するように発電トルクを発生させるべく回転子に流す励磁電流を制御する慣性トルク低減制御を行っている。

【0014】例えば、アイドル回転時において、内燃機関の爆発工程に同期した内燃機関の回転変動幅を40～100rpm、内燃機関から車両用発電機に対する回転増速比を3、内燃機関の気筒数を6、平均回転数を700rpmとすると、爆発1次成分に起因する回転変動周波数は3.5Hzとなる。この場合に、車両用発電機の慣性モーメントを $3 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ とすると、最大加速時には4～10Nmの慣性トルクが発生することを実数で確認している。

【0015】一方、一般的な車両用発電機の駆動トルクは最大で十数Nmである。したがって、上述した回転変動によって発生する慣性トルク変動を低減するように発電トルクを発生させるべく、励磁電流を制御すること、伝導ベルトの張力変動を抑制でき、1方向クラッチ付きプーリを用いた場合と同等の効果を得ることができる。すなわち、機械的なクラッチ機構を使用することによる耐久性への配慮を必要とせず、小型化を維持しつつ大幅なコスト上昇を伴うことなく、従来の制御装置を改造するだけで対応可能な信頼性の高いベルト張力変動の低減機能を実現することができる。

【0016】また、回転子の界磁極を磁化させる界磁巻線に供給する励磁電流の断続を行うスイッチング素子と、内燃機関の回転数が第1の回転基準値以下であるかを判定する回転数判定手段と、回転数判定手段によって内燃機関の回転数が第1の回転基準値以下であると判定されたときに慣性トルク低減制御を行う第1の制御手段と、回転数判定手段によって内燃機関の回転数が第1の回転基準値よりも大きいと判定されたときに車両用発電機の出力電圧に基づいてスイッチング素子を断続する出力電圧制御を行う第2の制御手段とを備えることが望ましい。

【0017】内燃機関の回転数が低く（第1の回転基準値以下）になると、機関出力トルクが小さくなるため、内燃機関の爆発工程に同期した回転変動が顕著になる。

このとき、車両用発電機の回転子の慣性モーメントが原因でトルク変動が発生し、伝導ベルトの張力が変動する。このような現象は内燃機関の回転数が高くなるにつれて発生しなくなる。すなわち、内燃機関の回転数が低い場合に慣性トルク低減制御を行うことにより、伝動ベルト張力の変動を確実に低減することができる。

【0018】また、上述した第1の制御手段は、内燃機関の回転数がこの回転数の変動範囲に応じて設定される第2の回転基準値を超えたときに、スイッチング素子を閉成して車両用発電機の定格出力電圧よりも高い電圧を発生する高電圧電源から励磁電流を供給し、内燃機関の回転数が第2の回転基準値以下となったときにスイッチング素子を閉成して励磁電流の供給を停止するとともに、界磁巻線に流れている励磁電流を環流回路を通じて減衰させることが望ましい。

【0019】通常の車両用発電機は、少ない励磁電流で十分な起磁力を確保するために、数百mHのインダクタンスを有し、電気抵抗値が数Ωの界磁巻線を使用している。したがって、励磁回路を構成する界磁巻線の時定数は約100msec程度となるため、上述した3.5Hzの変動周波数、すなわち周期29msecで励磁電流を断続させようとしても、その回転数での最大出力に対応するトルクの制御が出来ない。

【0020】そこで、車両用発電機の定格出力電圧よりも高い電圧を有する高電圧電源から励磁電流を供給することにより、定格励磁電流を界磁巻線に短時間に流し込むことが可能になる。例えば、図3に示すように、通常の定格出力電圧の3倍にあたる約36Vの励磁電圧を印加すれば、励磁開始から14msec（35Hzの半周期）後に、定格励磁電流に近い $I_f$ に到達する。

【0021】励磁電流 $I_f$ は、以下の式で表される。

$$I_f = (V_f / R_f) \cdot (1 - \exp(-t/\tau))$$

ここで、 $\tau$ は時定数であり $L_f / R_f$ である。また、 $V_f$ は励磁電圧、 $R_f$ は界磁巻線の抵抗値である。

【0022】励磁電流が $I_f$ に到達した後は、スイッチング素子を閉成して環流回路で減衰させる。内燃機関の回転数がこの回転数の変動範囲に応じて設定される第2の回転基準値（例えば回転数の平均値）を超えたときにスイッチング素子を閉成し、回転数が第2の回転基準値以下になったときにスイッチング素子を閉成することによってこのような制御を行うことにより、発電トルクによって慣性トルク変動を低減することが可能になり、伝導ベルトの張力変動を抑制することができる。

【0023】また、上述した環流回路は、界磁巻線の電気抵抗値の10倍以上の抵抗値を有する抵抗体を備えることが望ましい。通常の制御装置の環流回路はダイオード1個のみで構成されており、減衰の時定数は界磁巻線の時定数に等しいので、スイッチング素子を閉成した後の短時間で十分に励磁電流を減衰させることができないが、高い抵抗値を有する抵抗体を備えることにより、励

磁電流の供給を停止した後の励磁電流の減衰を促進させることができる。

【0024】供給が停止された後の励磁電流  $I_f$  は、以下の式で表される。

$$I_f = (I_0 + V_d / (R_f + R_b)) \cdot \exp(- (R_f + R_b) \cdot t / L_f) - V_d / (R_f + R_b)$$

ここで、 $R_b$ は抵抗体の低抵抗値、 $V_d$ は環流回路に含まれるダイオードのオン電圧である。

【0025】また、上述した環流回路は、順方向オン電圧が車両用発電機の定格出力電圧以上である整流素子を備えることが望ましい。これにより、高抵抗を有する抵抗対を用いた場合と同等の減衰効果を得ることができる。

したがって、抵抗体の代わりに半導体素子で同等の機能を実現することができるため、省スペースで信頼性を向上させた制御装置を構成することが可能になる。この整流素子は、例えば複数のダイオードを直列接続することにより構成することができる。あるいは、この整流素子は、ノーマルダイオードとツェナーダイオードを互いに逆極性になるように直列接続することによって構成することもでき、この場合には半導体素子をさらに小さくすることができる。

【0026】供給が停止された後の励磁電流  $I_f$  は、以下の式で表される。

$$I_f = (I_0 + V_b / R_f) \cdot \exp(- (R_f \cdot t / L_f) - V_b / R_f)$$

ここで、 $V_b$ は環流素子（整流素子とともに備わっている環流ダイオード等を含めた全体の素子）のオン電圧である。

【0027】また、車両用発電機の界磁巻線が数ms程度の時定数を有する場合に、上述した第1の制御手段は、内燃機関の回転数の減速期間に車両用発電機の定格出力電圧相当の通常電圧電源から励磁電流を供給し、内燃機関の回転数の加速期間にスイッチング素子を閉成して励磁電流の供給を停止するとともに、界磁巻線に流れている励磁電流を環流回路を通じて減衰させることが望ましい。このように、応答性が良好な励磁回路を用いた場合に、励磁電流の応答性が大きく改善されるため、内燃機関の回転数の減速期間、すなわち車両用発電機の慣性モーメントが発動機として作用するときにスイッチング素子を閉成して発電トルクによって慣性トルクを低減し、回転数の加速期間にスイッチング素子を閉成することで慣性トルクに発電トルクが加算されないようにする。これにより、トルク変動を減少させることができ、ベルト張力の変動を低減することができる。

【0028】また、内燃機関の回転数の変化率を求める回転変化率検出手段をさらに備えるとともに、上述した第1の制御手段は、減速期間において、回転変化率検出手段によって検出された変化率に応じて、スイッチング手段を断続するデューティ比を変化させることが望ましい。回転数の変化率を求めることにより、回転数の減速

期間を容易に検出することが可能になり、回転に同期した励磁電流の供給による発電トルクの制御が容易となる。また、この変化率に応じてスイッチング手段を断続するデューティ比を可変することにより、滑らかに発電トルクを変化させることが可能になり、慣性トルクの変動を低減する効果をさらに高めることができる。

【0029】また、伝導ベルトを介して内燃機関に駆動される車両用発電機に対して慣性トルク低減制御を行うことが望ましい。伝導ベルトにより駆動される車両用発電機に本発明の慣性トルク低減制御を適用することにより、伝導ベルトの張力変動によるベルトスリップを低減して、ベルトの温度上昇やベルト摩耗を低減することができるので、ベルトの寿命低下を防止することができる。

【0030】また、上述した車両用発電機の駆動系統は、伝導ベルトの張力をほぼ一定に保つテンション機構を備えるサーペンタイン構成であることが望ましい。このようなテンション機構（オートテンション）付きの車両に本発明の慣性トルク低減制御を適用することにより、張力変動によるオートテンションの揺動を抑えることができるので、オートテンションと他の補機との干渉を防止することができる。また、揺動防止と共に、ベルトスリップを防止しつつ低い張力設定が可能となるので、オートテンション自身や、他のサーペンタインベルトで駆動される補機類の回転支持部（軸受けなど）の寿命の向上が可能になる。

【0031】また、車両用発電機の発電周波数に基づいた電流量を用いて、内燃機関の回転数を検出する回転数検出回路をさらに備えることが望ましい。これにより、専用の回転数センサが不要になるため、コスト低減が可能になる。

### 【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した一実施形態の車両用交流発電機について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【第1の実施形態】図1は、第1の実施形態の車両用交流発電機の構成を示す図である。図1に示すように、本実施形態の車両用交流発電機1は、電機子巻線2、整流器3、界磁巻線4および制御装置6を含んで構成されている。この車両用交流発電機1は、車両の内燃機関から伝導ベルトを介して駆動力が伝達され、一方に回転駆動される。また、本実施形態では、この伝導ベルトを用いた駆動系統は、この伝導ベルトのテンションをほぼ一定に保つテンション機構（オートテンション）を備えたサーペンタイン構成を有している。

【0033】電機子巻線2は、多相巻線（例えば三相巻線）であって、電機子鉄心に巻装されて電機子を構成している。電機子巻線2に誘起される交流出力が整流器3に供給される。整流器3は、電機子巻線2の交流出力を直流出力に整流する全波整流回路であり、電機子巻線2

の各相に対応する整流素子としてダイオードが用いられている。

【0034】界磁巻線4は、電機子巻線2に電圧を誘起させるために必要な鎖交磁束を発生する。この界磁巻線4は、界磁極（図示せず）に巻装されて回転子を構成している。制御装置6は、界磁巻線4に通電する界磁電流を調整することにより車両用交流発電機1の出力電圧を所定範囲内に制御するとともに、回転数が変動しているときに回転子の慣性トルクを低減する慣性トルク低減制御を行う。

【0035】また、本実施形態の車両用交流発電機1には、2つのバッテリー7、8と昇圧装置9が接続されている。一方のバッテリー7は、通常の端子電圧（例えば12V）を有する通常電圧電源として機能し、車両用交流発電機1によって直接充電される。他方のバッテリー8は、車両用交流発電機の定格出力電圧やバッテリー7の端子電圧よりも高い端子電圧（例えば36V）を有する高電圧電源として機能し、車両用交流発電機1の出力電圧を昇圧回路9によって昇圧することにより充電が行われる。

【0036】次に、制御装置6の詳細構成について説明する。図1に示すように、制御装置6は、パワートランジスタ61、リレー62、電圧制御回路63、平均値回路64、電圧比較器65、慣性トルク低減制御回路66、アンド回路67、オア回路68、短絡リレー69、抵抗70、環流ダイオード71を含んで構成されている。

【0037】パワートランジスタ61は、界磁巻線4に直列に接続されて励磁電流を断続するスイッチング素子である。リレー62は、2つの接点80、81を有しており、入力される制御信号に基づいて、界磁巻線4に励磁電流を供給する電源を排他的に選択する。制御信号がローレベルのときに一方の接点80が閉成され、励磁電流の供給電源として通常電圧のバッテリー7が選択される。また、制御信号がハイレベルのときに他方の設定81が閉成され、励磁電流の供給電源として高電圧のバッテリー8が選択される。

【0038】電圧制御回路63は、車両用交流発電機1の出力電圧を所定範囲に制御する。電圧制御回路63は、抵抗82、コンデンサ83、電圧比較器84を有する。抵抗82およびコンデンサ83によってCR回路によるローパスフィルタが構成されており、車両用交流発電機1の出力電圧の高周波成分がこのローパスフィルタによって除去される。電圧比較器84は、このローパスフィルタの出力電圧を所定の基準値 $V_{ref1}$ と比較する。この基準値 $V_{ref1}$ は、車両用交流発電機1の出力電圧を制御するためのものであり、例えば14.5Vに設定されている。ローパスフィルタの出力電圧がこの基準値 $V_{ref1}$ を下回ったときに、電圧比較器84の出力電圧がハイレベルになり、このハイレベルの出力信号がアンド回

路67およびオア回路68を介してパワートランジスタ61のゲートに入力されると、パワートランジスタ61が閉成されて界磁巻線4に励磁電流が供給される。

【0039】平均値回路64は、外部から入力される回転数信号 $\omega$ の平均値を求め、この平均値に応じた出力電圧を生成する。例えば、回転数信号 $\omega$ が回転数の大小に応じた直流電圧信号として入力される場合には、この平均値回路64をローパスフィルタによって構成することができる。

【0040】電圧比較器65は、平均値回路64によって求められた平均値 $\omega_{ave}$ が第1の回転基準値としての所定値 $\omega_0$ を超えたか否かを判定する。平均値 $\omega_{ave}$ が所定値 $\omega_0$ を超えた場合には電圧比較回路63の出力信号に基づき励磁電流の制御が行われ、反対の場合には慣性トルク低減制御回路66の出力信号に基づき励磁電流の制御が行われる。

【0041】慣性トルク低減制御回路66は、車両用交流発電機1を駆動する内燃機関の回転変動によって生じる回転子の慣性トルクの変化を低減するように発電トルクを発生させるべく励磁電流を制御する。このために、慣性トルク低減制御回路66は、電圧比較器85、インバータ回路86、アンド回路87を有している。電圧比較器85は、外部から入力される回転数信号 $\omega$ の瞬時値と、平均値回路64によって求められた平均値 $\omega_{ave}$ との電圧比較を行う。電圧比較器85で用いられる回転数の平均値 $\omega_{ave}$ が、内燃機関の回転数の変動範囲に於いて設定される第2の回転基準値に対応している。回転数信号 $\omega$ の瞬時値の方が平均値 $\omega_{ave}$ よりも大きい場合には電圧比較器85の出力がハイレベルになり、反対の場合には電圧比較器85の出力がローレベルになる。この電圧比較器85の出力は、アンド回路87を介してオア回路68に入力される。また、インバータ回路86の出力は、上述したリレー62に接点の切り替えを指示する制御信号として入力される。

【0042】アンド回路67は、電圧比較器65と電圧制御回路63の各出力信号が入力されており、電圧比較器65の出力がローレベルのときに、電圧制御回路63の出力信号をオア回路68に入力する。短絡リレー69は、インバータ回路86の出力がローレベルのときに閉成し、抵抗70の両端を短絡する。環流ダイオード71は、界磁巻線4に並列に接続され、パワートランジスタ61が開成されたときに界磁電流を環流させる。抵抗70は、例えば界磁巻線4の電気抵抗値の10倍以上の抵抗値を有する抵抗体であり、短絡リレー69が開成されているときに、環流ダイオード71を通して流れる励磁電流を減衰させる。短絡リレー69が開成された状態では環流ダイオード71によって環流回路が構成され、短絡リレー69が開成された状態では環流ダイオード71と抵抗70によって環流回路が構成される。

【0043】上述した平均値回路64、慣性トルク低減

制御回路6が第1の制御手段に、電圧制御回路63が第2の制御手段に、電圧比較器65が回転数判定手段にそれぞれ対応する。本実施形態の車両用交流発電機1はこのような構成を有しており、次にその動作を説明する。

【0044】内燃機関の回転数が所定値 $\omega_0$ を下回ると、機関出力トルクが小さくなるため、内燃機関の爆発工程に同期した回転変動が顕著になる。このとき、車両用交流発電機1の回転子の慣性モーメントが原因でトルク変動が発生し、伝導ベルトの張力が変動する。このような現象は内燃機関の回転数が高くなるにつれ発生しなくなる。すなわち、慣性トルク低減制御は、内燃機関の回転数の平均値 $\omega_{ave}$ が $\omega_0$ を超えている期間においては不要である。

【0045】具体的には、内燃機関の回転数信号 $\omega$ が入力されると、その平均値 $\omega_{ave}$ が平均回路64によって得られ、この平均値 $\omega_{ave}$ と所定の $\omega_0$ と比較される。平均値 $\omega_{ave}$ が所定値 $\omega_0$ を超えた場合には電圧比較器65の出力がハイレベルになるため、このハイレベルの信号が入力されたアンド回路67は、電圧制御回路63の出力信号をそのまま後段のオア回路68に入力する。一方、電圧比較器65の出力がハイレベルになると、インバータ回路86の出力がローレベルになるため、このローレベルの信号が入力されたアンド回路87は、慣性トルク低減制御回路66内の電圧比較器85の出力信号を遮断し、慣性トルク低減制御回路66の動作を無効にする。また、インバータ回路86の出力がローレベルになると、リレー62では接点80が閉成されて通常電圧のバッテリー7が選択されるとともに、短絡リレー69が閉成されて抵抗70が短絡される。

【0046】このように、内燃機関の回転数が高い場合には、界磁巻線4に並列に環流ダイオード71が接続された状態で、通常電圧のバッテリー7を用いて車両用交流発電機1の出力電圧を基準値Vreg1に制御する動作が行われ、慣性トルク低減制御は実施されない。

【0047】一方、内燃機関の回転数が低く、回転数の平均値 $\omega_{ave}$ が所定値 $\omega_0$ を下回る場合には電圧比較器65の出力がローレベルになる。このため、このローレベルの信号をインバータ回路86で反転した信号が入力されるアンド回路87は、慣性トルク低減制御回路66内の電圧比較器85の出力信号をそのまま後段のオア回路68に入力する。一方、電圧比較器65の出力がローレベルになると、このローレベルの信号が入力されたアンド回路67は、電圧制御回路63内の電圧比較器84の出力信号を遮断し、電圧制御回路63の動作を無効にする。また、インバータ回路86の出力がハイレベルになると、リレー62では接点81が閉成されて高電圧のバッテリー8が選択されるとともに、短絡リレー69が閉成されて環流ダイオード71に抵抗70が直列に接続される。

【0048】このように、内燃機関の回転数が低い場合には、慣性トルク低減制御回路66の出力信号に基づいて動作が行われるとともに、環流ダイオード71と抵抗70とが直列接続された環流回路が形成された状態で高電圧のバッテリー8による励磁電流の供給が行われ、慣性トルク低減制御が実施される。

【0049】図2は、本実施形態の車両用交流発電機1の動作タイミング図である。図2において、「回転数」は内燃機関の回転数を、「慣性トルク」は車両用交流発電機1の回転子の慣性トルクを、「発電トルク」は車両用交流発電機1の発電トルクを、「パワトラ」はパワートランジスタ61の断続状態（ONが閉成状態、OFFが閉成状態）を、「ベルト張力」は内燃機関に車両用交流発電機1とをつなぐ伝導ベルトの張力をそれぞれ示している。また、図2において、「ベルト張力」に対応する実線aは本実施形態の車両用交流発電機1の測定値を、点線bは従来の車両用交流発電機であった慣性トルク低減制御を行っていない場合の測定値を示している（この点については、後述する図6、図7についても同様である）。

【0050】慣性トルク低減制御回路66は、回転数 $\omega$ の瞬時値が回転数 $\omega$ の平均値 $\omega_{ave}$ を超えたときにパワートランジスタ61を閉成させて、高電圧のバッテリー8から界磁巻線4に對して励磁電流の供給を行う。ところで、このときの回転変動周期は、例えば20〜40Hz（周期50〜25ms）という速い周期で変動するので、励磁電流変化もこの速い回転変動周期に追従する必要がある。一般的な車両用交流発電機の界磁巻線の時定数は数百ms前後に設計されるので、通常電圧のバッテリー7を用いて励磁電流の供給を行うと十分に追従できない。そこで、本実施形態の車両用交流発電機1では、高電圧のバッテリー8から励磁電流の供給を行っている。これにより、上述した回転変動周期の短い期間に十分に発電トルクを変化させるだけの励磁電流変化を発生させることができるようになる。さらに、パワートランジスタ61を開成したときの環流電流の減衰を促進するために、環流ダイオード71に直列に抵抗70が挿入されているため、バッテリー8から供給された励磁電流は、パワートランジスタ61の開成と同時に急速に減衰する。

【0051】図3は、励磁電流の供給元となる電源電圧を変えたときの励磁電流の変化を示す図である。図3において、「定格電圧励磁」は定格電圧が12Vのバッテリー7を用いて励磁電流を供給する場合の励磁電流の変化を示している。このように、高電圧電源によって励磁電流を供給することにより、短い期間に十分な励磁電流変化を生じさせることが可能になる。

【0052】このように、回転数 $\omega$ に同期させてパワートランジスタ61を断続制御して慣性トルクの変化を低



減することにより、クラッチブリーを使わずに、伝導ベルトの張力変動を低減することができる。図4は、第1の実施形態の変形例を示す図である。図4に示すように、本実施形態の車両用交流発電機1Aは、電機子巻線2、整流器3、界磁巻線4および制御装置6Aを含んで構成されている。この車両用交流発電機1Aは、図1に示した車両用交流発電機1に対して、制御装置6を制御装置6Aに置き換えた点が異なっており、それ以外の構成については基本的に共通する。

【0053】制御装置6Aは、パワートランジスタ61、リレー62、電圧制御回路63、平均値回路64、電圧比較器65、慣性トルク低減制御回路66、アンド回路67、オア回路68、短絡リレー69、環流ダイオード71、整流素子72を含んで構成されている。この制御装置6Aは、図1に示した制御装置6に対して、抵抗70を整流素子72に置き換えた点が異なっている。それ以外の構成については図1に示した制御装置6の各構成と同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0054】整流素子72は、順方向オン電圧が極めて高く、例えば車両用交流発電機1Aの定格出力電圧以上に設定されている。この整流素子72は、例えば、ダイオードを多段直列接続することにより構成されている。あるいは、この整流素子は、ノーマルダイオードとツェナーダイオードを互いに逆極性になるように直列接続することによって構成してもよい。

【0055】このように、環流ダイオード71と整流素子72からなる環流回路を用いることにより、パワートランジスタ61の閉成期間における励磁電流の減衰速度を緩和することができるため、図2の「発電トルク」において点線で示したように、より滑らかな発電トルク変動を発生させることが可能になり、伝導ベルトの張力変動を抑制する効果を高めることができる。

【0056】なお、本実施形態では、通常電圧のバッテリー7は別のバッテリー8を用いて高電圧を発生するようになっているが、コンデンサ等の蓄積装置を高電圧励磁電流源として用いるようにしてもよい。この場合に、化学反応に依存するバッテリーよりも反応速度が格段に改善され、よりレスポンスよく発電トルクを制御することができる。

【0057】〔第2の実施形態〕図5は、第2の実施形態の車両用交流発電機の構成を示す図である。図5に示すように、本実施形態の車両用交流発電機1Bは、電機子巻線2、整流器3、界磁巻線4および制御装置6Bを含んで構成されている。この車両用交流発電機1Bは、図1に示した車両用交流発電機1に対して、制御装置6を制御装置6Bに、界磁巻線4を界磁巻線4Aにそれぞれ置き換えた点が異なっており、それ以外の構成については基本的に共通する。

【0058】界磁巻線4Aは、時定数が極端に短く（例えば数msec）に設定されている。この界磁巻線4A

を用いることにより、制御装置6B内のパワートランジスタ61を閉成したときに直ちに定格励磁電流を供給することが可能になるため、高電圧のバッテリー8およびこれを充電するための昇圧装置9や、バッテリー8への切り替えを行うリレー62が不要になる。また、パワートランジスタ61を閉成したときに直ちに励磁電流が流れるため、減衰を促進するために用いられていた抵抗70や整流素子72が不要になる。したがって、簡単な構成によって慣性トルク低減制御を行うことが可能になる。

【0059】制御装置6Bは、パワートランジスタ61、電圧制御回路63、平均値回路64、電圧比較器65、慣性トルク低減制御回路66、アンド回路67、オア回路68、環流ダイオード71、微分回路73を含んで構成されている。この制御装置6Bは、図1に示した制御装置6に対して、リレー62、短絡リレー69、抵抗70を削除するとともに、微分回路73を追加した点が異なっている。それ以外の構成については図1に示した制御装置6の各構成と同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0060】微分回路73は、外部から入力される回転数信号 $\omega$ を微分する。この微分回路73が回転変化率検出手段に対応する。回転数信号 $\omega$ が減少する減速期間に対応して微分回路73の出力電圧の極性が負になり、反対に、回転数信号 $\omega$ が増加する加速期間に対応して微分回路73の出力電圧の極性が正になる。

【0061】慣性トルク低減制御回路66内の電圧比較器85は、マイナス端子が微分回路73の出力端子に接続されており、プラス端子が接地されている。このため、減速期間に対応して電圧比較器85の出力がハイレベルになってパワートランジスタ61が閉成され、励磁電流の供給が行われる。

【0062】図6は、本実施形態の車両用交流発電機1Bの動作タイミング図である。図6において、「回転数」は内燃機関の回転数を、「慣性トルク」は車両用交流発電機1Bの回転子の慣性トルクを、「発電トルク」は車両用交流発電機1Bの発電トルクを、「パワトル」はパワートランジスタ61の断続状態（ONが閉成状態、OFFが閉成状態）を、「ベルト張力」は内燃機関と車両用交流発電機1Bとをつなぐ伝導ベルトの張力をそれぞれ示している。図6に示すように、内燃機関の回転数の減速期間に対応してパワートランジスタ61を閉成することにより励磁電流の供給が行われている。また、時定数の短い界磁巻線4Aを用いることにより、パワートランジスタ61の閉成直後から励磁電流が急激に上昇するとともに、パワートランジスタ61の閉成直後から励磁電流が急激に減少するため、ほぼ減速期間に対応して発電トルクが発生するようになっている。

【0063】このように、内燃機関の回転数に同期させてパワートランジスタ61を断続制御して慣性トルクの変化を低減することにより、クラッチブリーを使わず

に、伝導ベルトの張力変動を低減することができる。なお、本実施形態では、パワートランジスタ61を閉成あるいは開成した際の励磁電流のレスポンスが遅いため、図6に示すように、ステップ状の発電トルク変動となるので、若干の張力変動が残るおそれがある。これを、例えば回転数の微分信号（微分回路73の出力電圧）に応じた励磁デューティ比信号を生成してパワートランジスタ61を高導スイッチングするようにすれば、より慣性トルクの変動を低減するように発電トルクを制御することが可能になり、伝導ベルトの張力変動をさらに抑制することができる。

【0064】図7は、微分信号に応じた励磁デューティ比制御を行う場合の車両用交流発電機の変形例の動作タイミング図である。図7において、「パワートラデュ」はパワートランジスタ61の断続デューティ比であり、微分信号の値が最小となる減速期間のほぼ中間において100%に、微分信号の値が最大となる加速期間のほぼ中間において0%になるように滑らかに変化している。このようにパワートランジスタ61の断続デューティ比を制御することにより、界磁巻線4Aに励磁電流を通電する際の励磁デューティ比制御が行われ、発電トルクの急激な変化が抑制される。

【0065】また、この変形例では、励磁デューティ比を指令値として発電状態を制御したが、車両用発電機の出力電圧を指令値として連続可変するようにしてもよい。なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。例えば、上述した各実施形態では、外部から入力される回転数信号 $\omega$ を用いて慣性トルク低減制御を行ったが、電機子巻線2の相電圧に基づいて同等の信号を車両用交流発電機内部で生成してもよい。

【0066】図8は、電機子巻線2の相電圧に基づいて回転数信号を生成する回転数検出回路の構成を示す図である。また、図9は図8に示した回転数検出回路の動作タイミング図である。図9に示したSX等の符号は、図8に示した構成中に含まれる符号に対応している。

【0067】図8に示す回転数検出回路は、車両用発電機の発電周波数に基づいて電流量を用いて内燃機関の回転数を検出するために、電圧比較器100、101、102、120、イクスクリューブア回路110、111、112、抵抗121、コンデンサ122、F/V（回転数—電圧）変換器130を備えている。

【0068】電機子巻線2の3相出力電圧Px、Py、Pzのそれぞれを電圧比較器100、101、102でパルス化した後、イクスクリューブア回路110、111と、抵抗121とコンデンサ122によって構成されたCR回路、電圧比較器120、イクスクリューブア回路112を用いて信号処理すると、発電基本周波数の6倍の周波数を持つ回転パルス信号を生成することができる。この回転パルス信号をF/V変換器130によ

って電圧に変換することにより、各実施形態で用いた回転数信号 $\omega$ と同等の回転数信号を生成することができる。なお、イクスクリューブア回路112から出力される回転パルス信号は、発電基本周波数の6倍の周波数を有するため、車両用交流発電機が12極の場合は回転36次のパルス、発電機が16極の場合は回転48次のパルスを容易に生成することができる。これにより、内燃機関の爆発工程に同期する極めて速い回転変動に十分追従できる回転数検出回路を車両用交流発電機内部で実現することができ、回転数信号を取り込むための接続線をなくすることが可能になる。

【0069】上述した電機子巻線2の3相出力電圧をパルス化する際の基準値V<sub>th</sub>は、例えば、0.5V程度に設定することが望ましい。界磁巻線4、4Aに励磁電流を供給しない期間が延びて電機子巻線2の誘起電圧が極端に減衰しても界磁極には残留磁化が存在し、該残留磁化に起因する微小起電圧が発生している。基準値V<sub>th</sub>を0.5V程度に設定しておけばこの微小起電圧をもパルス化することができ、常に回転数情報を得ることができる。

【0070】また、図10に示すような互いに電気角で30°の位相差を有する2つの電機子巻線を備えた車両用交流発電機についても同様の手法によって回転数信号を生成することができる。図11は、互いに電気角で30°の位相差を有する2つの電機子巻線を備えた車両用交流発電機に対応する回転数検出回路の変形例を示す図である。図11に示す回転数検出器は、電圧比較器200、201、202、203、204、205、220、イクスクリューブア回路210、211、212、213、214、215、抵抗221、コンデンサ222、F/V変換器230を備えている。

【0071】2つの電機子巻線の2種類の3相出力電圧Px、Py、PzとPu、Pv、Pwのそれぞれを電圧比較器200～205でパルス化した後、イクスクリューブア回路210～213と、抵抗221とコンデンサ222によって構成されたCR回路、電圧比較器220、イクスクリューブア回路215を用いて信号処理すると、発電基本周波数の12倍の周波数を持つ回転パルス信号を生成することができる。この回転パルス信号をF/V変換器230によって電圧に変換することにより、各実施形態で用いた回転数信号 $\omega$ と同等の回転数信号を生成することができる。なお、イクスクリューブア回路215から出力される回転パルス信号は、発電基本周波数の12倍の周波数を有するため、車両用交流発電機が12極の場合は回転72次のパルスを、発電機が16極の場合は回転96次のパルスを容易に生成することができる。

【0072】また、上述した各実施形態では、デジタル回路とアナログ回路を混在させたデジタル混合回路によって制御装置6、6A、6Bを構成しているが、マイコ

ンを利用したデジタル制御で慣性トルク低減制御を実現するようにしてもよい。図12は、マイコン制御によって慣性トルク低減制御を行う車両用交流発電機の構成を示す図である。図12に示す車両用交流発電機1Cは、電機子巻線2、整流器3、界磁巻線4および制御装置6Cを含んで構成されている。この車両用交流発電機1Cは、図1に示した車両用交流発電機1に対して、制御装置6Cを制御装置6Cに置き換えた点に異なっており、それ以外の構成については基本的に共通する。

【0073】制御装置6Cは、パワートランジスタ61、リレー62、短絡リレー69、抵抗70、標定ダイオード71、A/D（アナログ-デジタル）変換器74、75、マイコン（マイクロコンピュータ）76を含んで構成されている。図12では、図1に示した制御装置6と同一構成については同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0074】A/D変換器74は、整流器3の出力電圧をデジタルデータに変換する。A/D変換器75は、外部から入力されるアナログ電圧で表された回転数信号 $\omega$ をデジタルデータに変換する。マイコン76は、CPU、ROM、RAMを含んで構成されており、ROMあるいはRAMに格納されたプログラムをCPUによって実行することにより、所定の慣性トルク低減制御動作を行う。

【0075】図13は、図12に示した車両用交流発電機1Cの動作手順を示す図であり、主にマイコン76による制御動作手順が示されている。マイコン76は、A/D変換器74から出力される出力電圧データ $V_b$ を取り込んで（ステップ100）、出力電圧の平均値 $V_{ave}$ を算出する（ステップ101）。また、マイコン76は、これらの動作の次に、あるいはこれらの動作と並行して、A/D変換器75から出力される回転数データ $\omega$ を取り込んで（ステップ103）、回転数の平均値 $\omega_{ave}$ を算出する（ステップ103）。

【0076】次に、マイコン76は、回転数の平均値 $\omega_{ave}$ が所定値 $\omega_0$ よりも下回っているかを判定し（ステップ104）、上回っている場合には否定判断を行って、リレー62に指示を送って通常電圧のバッテリー7を接続する制御を行うとともに（ステップ105）、短絡リレー69に指示を送って抵抗70を短絡する制御を行う（ステップ106）。その後、通常の電圧制御モードに移行する。具体的には、マイコン76は、出力電圧の平均値 $V_{ave}$ が基準値 $V_{res1}$ より低いかなかを判定し（ステップ107）、低い場合にはパワートランジスタ61を閉成し（ステップ108）、反対に高い場合にはパワートランジスタ61を開成する（ステップ109）。

【0077】また、回転数の平均値 $\omega_{ave}$ が所定値 $\omega_0$ よりも高い場合には、上述したステップ104の判定において肯定判断が行われ、慣性トルク低減制御モードに移

行する。具体的には、マイコン76は、A/D変換器75から出力される瞬時値としての回転数 $\omega$ が回転数の平均値 $\omega_{ave}$ よりも上回っているかを判定し（ステップ110）、上回っている場合にはパワートランジスタ61を開成し（ステップ111）、反対に下回っている場合にはパワートランジスタ61を開成する（ステップ112）。

【0078】このように、マイコン制御によっても慣性トルク低減制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の車両用交流発電機の構成を示す図である。

【図2】第1の実施形態の車両用交流発電機の動作タイミング図である。

【図3】励磁電流の供給元となる電源電圧を変えたときの励磁電流の変化を示す図である。

【図4】第1の実施形態の変形例を示す図である。

【図5】第2の実施形態の車両用交流発電機の構成を示す図である。

【図6】第2の実施形態の車両用交流発電機の動作タイミング図である。

【図7】微分信号に応じた励磁デューティ比制御を行う場合の車両用交流発電機の変形例の動作タイミング図である。

【図8】電機子巻線2の相電圧に基づいて回転数信号を生成する回転数検出回路の構成を示す図である。

【図9】図8に示した回転数検出回路の動作タイミング図である。

【図10】2つの電機子巻線を有する車両用交流発電機の部分的な構成を示す図である。

【図11】図10に示した車両用交流発電機に対応する回転数検出回路の構成を示す図である。

【図12】マイコン制御によって慣性トルク低減制御を行う車両用交流発電機の構成を示す図である。

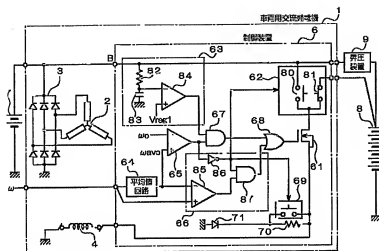
【図13】図12に示した車両用交流発電機の動作手順を示す図である。

【符号の説明】

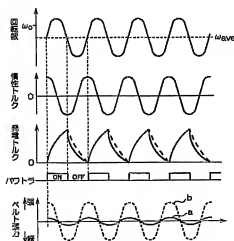
- 1、1A、1B、1C 車両用交流発電機
- 2 電機子巻線
- 3 整流器
- 4 界磁巻線
- 6、6A、6B、6C 制御装置
- 61 パワートランジスタ
- 62 リレー
- 63 電圧制御回路
- 64 平均値回路
- 65 電圧比較器
- 66 慣性トルク低減制御回路
- 69 短絡リレー
- 70 抵抗

## 7.1 環流ダイオード

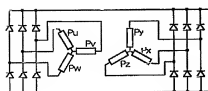
【図1】



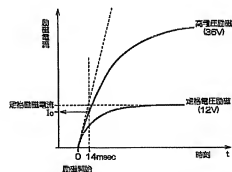
【図2】



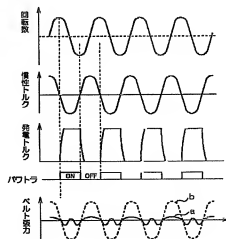
【図10】



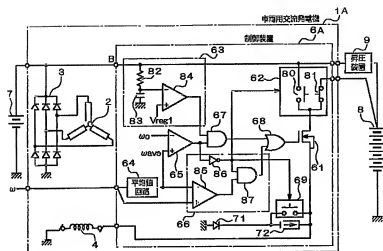
【図3】



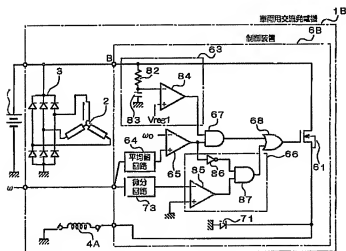
【図6】



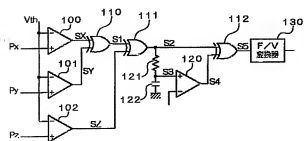
【图4】



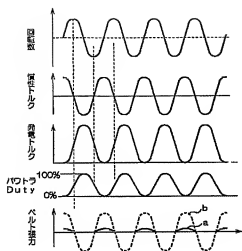
【图5】



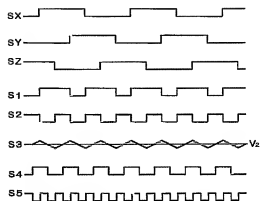
【图8】



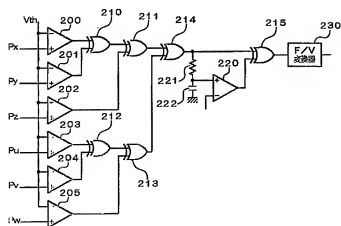
【図7】



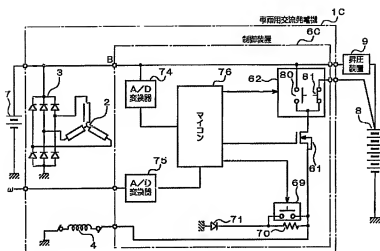
【図9】



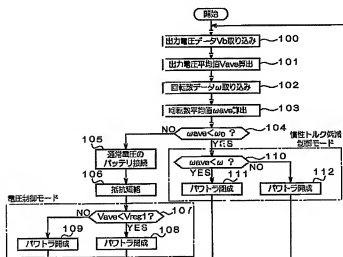
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G093 AA01 BA02 BA17 DA01 EB08  
 5H590 AA01 AA13 AA23 CA07 CA23  
 CB05 EB01 EB30 FA05 FB03  
 FC11